4.3.3 Визначення горизонтального складника магнітного поля Землі

Детальний опис роботи подано в [3, (робота 16.1); 8, (робота Е-16.2)].

Метою роботи є експериментальне визначення горизонтального складника земного магнітного поля $H_Г$, тобто проекції вектора повної напруженості $\boldsymbol{H}$ магнітного поля Землі в даній точці на горизонтальну площину. Складник $\boldsymbol{H}_Г$, як і вектор напруженості $\boldsymbol{H}$, лежить у площині магнітного меридіану.

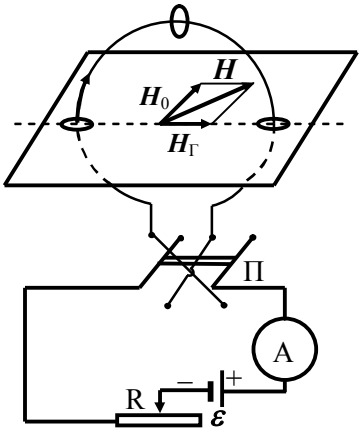

Рисунок 11

Для визначення горизонтальної складової земного магнітного поля використовується вимірювальна схема, що подана на рис. 11. Основною її частиною є прилад, що має назву тангенс-гальванометра. Він містить котушку, що складається з N кругових витків з відомим радіусом R_0. Витки лежать у вертикальній площині. Число витків є невеликим, тому котушку називають короткою. У центрі котушки розташована магнітна стрілка, яка може обертатися навколо вертикальної осі. Вимірювання кута повороту стрілки відбувається за круговою шкалою, яку градуйовано в кутових градусах. З допомогою джерела струму $\boldsymbol{\varepsilon}$ через котушку можна пропускати електричний струм, напрям якого регулює перемикач П, силу I цього струму змінюють реостатом R та вимірюють амперметром А.

Якщо струм у котушці відсутній, то магнітна стрілка встановиться вздовж магнітного меридіану поля Землі. Повертаючи тангенс-гальванометр довкола вертикальної осі можна встановити магнітну стрілка у площині витків його котушки. У такому положенні приладу площина витків збігається з площиною магнітного меридіану.

При вмиканні перемикачем П струму у витках котушки цей струм створить магнітне поле $\boldsymbol{H}_0$. Наявність поля $\boldsymbol{H}_0$ спричинить поворот стрілки тангенс-гальванометру (рис. 11), яка тепер установиться в напрямі вектора напруженості результовного поля $\boldsymbol{H}$, що є суперпозицією двох полів: магнітного поля Землі та поля $\boldsymbol{H}_0$. Оскільки вектори напруженостей $\boldsymbol{H}_0$ та $\boldsymbol{H}_Г$ є взаємно перпендикулярними та лежать в одній, горизонтальній площині, то кут α, на який повернеться магнітна стрілка, визначить формула:

$$\mathrm{tg}\alpha = \frac{H_0}{H_Г}, \qquad (3.3.1)$$

З формули (3.3.1) з урахуванням виразу для напруженості магнітного поля в центрі короткої котушки випливає співвідношення

$$H_Г = \frac{IN}{2R_0 \mathrm{tg}\alpha}, \qquad (3.3.2)$$

що є *робочою формулою* розглядуваної роботи.

Формула (3.3.2) показує, що шукану величину $\boldsymbol{H}_\Gamma$ можна знайти через *сукупні вимірювання* двох величин: сили струму I в котушці тангенс-гальванометра та кута α, на який повернеться магнітна стрілка при проходженні цього струму по котушці. З огляду на спосіб опрацювання результатів сукупних вимірювань (п. 2.3 Вступу) *розрахункову формулу* лабораторної роботи доцільно записати у вигляді:

$$I = H_\Gamma x\,, \qquad (3.3.3)$$

де

$$x = \frac{2R_0}{N}\,\mathrm{tg}\alpha\,. \qquad (3.3.4)$$

Опис вимірювань детально поданий у посібниках [3, 8]. Параметри котушки тангенс гальванометра R_0, N подані на табличці на стенді установки. Результати вимірювань рекомендовано занотувати у таблицю, голівка якої має такий вигляд:

R_0 = _____ м, N = _____						
№	I, А	α, град			tg<α>	x, м
		α_+	α_-	<α>		
1	2	3	4	5	6	7

Результатами вимірювань є щонайменше 6 значень сили струму через котушку I (стовпчик 2), який з допомогою перемикача П можна спрямувати через котушку у двох напрямах: умовно додатному «+» та умовно від'ємному «-», – і відповідні пари значень кута повороту магнітної стрілки (α_+ – стовпчик 3, α_- – стовпчик 4).

Алгоритм опрацювання результатів експерименту

1. Обчислити та занотувати у таблицю середнє значення кута повороту магнітної стрілки $\langle\alpha\rangle = \dfrac{\alpha_+ + \alpha_-}{2}$ й відповідні значення tg<α> та параметру x (формула (3.3.4)).
2. Побудувати графік залежності $I = f(x)$, який згідно зі співвідношенням (3.3.3), має буде лінійним. Тангенс кута нахилу отриманої прямої до осі x чисельно дорівнює $\langle H_\Gamma\rangle$.
3. Відповідно до алгоритму графічного способу опрацювання результатів сукупних вимірювань (п. 2.3.1 Вступу) відшукати похибку ΔH_Γ.
4. Подати результат вимірювань у стандартному вигляді

$$H_\Gamma = \langle H_\Gamma\rangle \pm \Delta H_\Gamma. \qquad (3.3.5)$$